

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

VERONIKA ČEČELSKÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: Textil
Studijní obor: Netkané textilie

VÝVOJ ZVUKOVĚ POHLTIVÝCH DEKORAČNÍCH MATERIÁLŮ DEVELOPMENT OF SOUND ABSORBING DECORATING MATERIALS

Veronika Čečelská

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Klára Kalinová, Ph.D

Rozsah práce:

Počet stran textu ... 62
Počet obrázků 39
Počet grafů 50

Zadání bakalářské práce

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 20. 12. 2011

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Kláře Kalinové, Ph.D za hodnotné rady, odborné vedení, připomínky k práci a čas, který mi věnovala při zpracování této práce.

Poděkování také náleží prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc., Ing. Martině Víkové a Ing. Janu Novákovi za odbornou spolupráci při tvorbě experimentální části.

Ráda bych poděkovala rodině za podporu, kterou mi poskytovali po celou dobu studia.

ANOTACE

Byly naměřeny hodnoty činitele akustické pohltivosti v závislosti na frekvenci, přenosový útlum v závislosti na frekvenci. Další naměřenou veličinou je tepelná vodivost, měrný tepelný odpor a tloušťka materiálu. Poslední naměřená veličina je fotometrická propustnost. Při měření fotometrické propustnosti zjišťujeme hodnoty stupně transmise v závislosti na vlnové délce. V teoretické části byly popsány základní veličiny, které jsme potřebovali v experimentální části k provedení zkoušky. U všech měření těchto čtyř veličin byly zjištěny hodnoty vybraných textilních materiálů při jejich vrstvení.

Klíčová slova: činitel akustické pohltivosti, přenosový útlum, tepelná vodivost, měrný tepelný odpor, tloušťka materiálu, fotometrická propustnost

ANNOTATION

Values were measured acoustic absorption factor depending on the frequency, transmission attenuation depending on frequency. Another variable is the measured thermal conductivity, specific thermal resistance and thickness of materials. The last measured value is the photometric throughput. When measuring throughput, we find the photometric values of degree, depending on the transmission wavelength. In the theoretical part describes the basic concepts which we needed in part to experimental testing. For all measurements of these four variables were measured values of selected textile materials in the layering.

Keywords: coefficient of acoustic absorption, transmission attenuation, thermal conductivity, specific heat resistance, material thickness, permeability photometric

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	11
ÚVOD.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1 ZVUKOVĚ POHLTIVÉ DEKORAČNÍ MATERIÁLY.....	14
1.1 ČINITEL ZVUKOVÉ POHLTIVOSTI.....	14
1.1.1 Šíření zvuku.....	14
1.1.2 Vlastnosti zvuku.....	15
1.1.3 Hlasitost zvuku.....	15
1.2 TEORETICKÉ POZNATKY O POHLCOVÁNÍ ZVUKU....	16
1.2.1 Využití porézních a vláknenných materiálů v oblasti zvukové pohltivosti.....	16
1.3 ŘEŠENÍ AKUSTICKÉHO PROSTORU.....	17
1.3.1 Geometrická akustika.....	17
1.3.2 Mechanika pohlcování.....	18
1.4 MĚŘENÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ AKUSTICKÝCH OBKLADŮ.....	19
1.4.1 Měření činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti.....	19
1.4.2 Impedanční trubice.....	19
1.4.3 Dvou mikrofónová metoda měření akustické pohltivosti.....	20
1.5 FREKVENCE.....	20
2 PŘENOSOVÝ ÚTLUM.....	21
2.1 PŘENOSOVÝ ÚTLUM OBECNĚ.....	21
2.2 PŘENOSOVÝ ÚTLUM A VLÁKENNÉ VRSTVY.....	22
3 TEPELNÁ VODIVOST.....	23
3.1 TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI VLÁKENNÝCH	

	MATERIÁLŮ.....	23
3.1.1	Vlastnosti materiálů pro vysokoteplotní izolace.....	23
3.1.2	Závislost měrné tepelné vodivosti na teplotě.....	24
3.1.3	Závislost měrné tepelné vodivosti na objemové hmotnosti.....	24
3.1.4	Závislost měrné tepelné vodivosti na velikosti pórů.....	26
4	FOTOMETRICKÁ PROPUSTNOST.....	26
4.1	SVĚTELNĚ NEPROPUSTNÉ VLASTNOSTI VLÁKENNÝCH MATERIÁLŮ.....	26
4.1.1	Světlo.....	26
4.1.2	Vlnový model světla.....	26
4.2	SVĚTLO NEPROPUSTNÉ STÍNÍCÍ VÝROBKY.....	27
4.2.1	Textilní rolety.....	27
4.2.2	Látkové rolety.....	29
4.2.3	Žaluzie Plisé.....	30
4.2.4	Římské rolety.....	31
4.2.5	Japonské posuvné stěny.....	32
5	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ.....	32
5.1	NETKANÁ TEXTILIE.....	32
5.2	MELT-BLOWN.....	33
5.3	TKANINA.....	33
II	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	34
6	NAMĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ VELIČIN.....	35
6.1	MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTI KOEFIČIENTU ČINITELE ZVUKOVÉ POHLTIVOSTI NA FREKVENCI VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	35

6.1.1	Impedanční trubice Brüel & Kjær Type 4206 a šestikanálový analyzátor Pulse 3560 C.....	35
6.2	VYHODNOCENÍ PŘENOSOVÉHO ÚTLUMU V ZÁVISLOSTI NA FREKVENCI U VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	36
6.2.1	Impedanční trubice Brüel & Kjær Type 4206 a šestikanálový analyzátor Pulse 3560 C.....	36
6.3	MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ MĚRNÉ TEPELNÉ VODIVOSTI, MĚRNÉHO TEPELNÉHO ODPORU A TLOUŠŤKY MATERIÁLU U VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	36
6.3.1	Alambeta.....	36
6.3.2	Popis přístroje.....	37
6.3.3	Měrná tepelná vodivost.....	37
6.4	MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTI STUPNĚ TRANSMISE NA VLNOVÉ DÉLCE VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	38
6.4.1	Datacolor.....	38
7.	PŘÍPRAVA A ROZMĚRY VZORKŮ.....	39
7.1	Akustická pohltivost.....	42
7.2	Přenosový útlum.....	42
7.3	Tepelná vodivost.....	42
7.4	Fotometrická propustnost.....	43
8	VYHODNOCENÍ.....	45
8.1	Vyhodnocení závislosti koeficientu činitele zvukové pohltivosti na frekvenci vybraných textilních materiálů.....	45
8.2	Vyhodnocení závislosti přenosovém útlumu na	

	frekvenci u vybraných textilních materiálů.....	47
8.3	Měření a vyhodnocení měrné tepelné vodivosti vybraných textilních materiálů.....	48
8.4	Meření a vyhodnocení závislosti stupně transmise na vlnové délce vybraných textilních materiálů.....	50
ZÁVĚR.....		52
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		54
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		57
SEZNAM PŘÍLOH.....		59

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

v_t	rychlost zvuku (m.s^{-1})
I	intenzita zvuku (W.m^{-2})
P	výkon zvukového vlnění (W)
S	obsah plochy (m^2)
L	hladina intenzity zvuku (dB)
I_o	intenzita prahu slyšení zvuku (W.m^{-2})
τ	přenosový útlum (dB)
α	měrný tepelný odpor ($\text{W}^{-1}\text{K.m}^2$)
λ	měrná tepelná vodivost ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)
λ_s	měrná tepelná vodivost vedením tuhými fázemi ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)
λ_G	měrná tepelná vodivost vedením a prouděním plynné fáze ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)
λ_R	měrná tepelná vodivost radiací ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)
h	tloušťka (m)
k_1	konstanta (-)
k_2	konstanta (-)
k_3	konstanta (-)
ρ_v	objemová hmotnost (kg.m^{-3})
ρ_{opt}	optimální objemová hmotnost (kg.m^{-3})
c	rychlost ve vakuu (m.s^{-1})
f	frekvence (Hz)
A	amplituda (m)
ϕ	fáze (-)
T	stupeň transmise (-)
λ	vlnová délka (nm)
p	činitel zvukové pohltivosti (-)

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo využít v experimentální části své znalosti a poznatky z teoretické části, které byly potřebné při měření různých materiálů složených ve vrstvách.

Hlavním úkolem bylo zjistit, který z vybraných materiálů ve vrstvě by byl nejlepším materiálem pro stínidla, závěsy neboli rolety, které by nejlépe splnily všechny nároky. Roleta by měla propustit co nejméně světla, zvuku a tepla. Proto byly naměřeny vybrané druhy materiálů, aby se dalo porovnat, který materiál je ve vrstvě nejlepší.

Světlo by roleta neměla propustit například v ložnicích a dětských pokojích. U propustnosti světla se také musí brát v potaz barva materiálu, čím je roleta tmavší, tím méně se dostane do místnosti světla.

Zvuk by tyto rolety neměly propustit z důvodu klidu v místnosti, například u lékaře nebo v učebnách. Jestliže bude materiál ve větší vrstvě, tím by potom měl být lépe odolnější vůči hluku.

Roleta, která nepropustí teplo, by měla být na rozdíl od materiálu bránícímu propustit světlo světlá nejlépe bílá.

Interiérové látkové rolety plní nejen dekorativní funkci, ale také funkci zastiňovací. Intenzitu zastínění lze volit dle různých typů látky – světelně propustná či zatemňovací. Interiérové rolety jsou vyráběny jako volně visící nebo jako pevná s vodíci lištami.

- je široká škála materiálů, dekorů i barev včetně dětských motivů
- možnost provedení i do střešních oken
- na přání jsou rolety opatřeny okrasným volánem s obšívkou
- speciální rolety, které nepropustí světlo
- ovládání pružinové, řetízkové a elektrické[23].

I TEORETICKÁ ČÁST

1 ZVUKOVĚ POHLTIVÉ DEKORAČNÍ MATERIÁLY

1.1 ČINITEL ZVUKOVÉ POHLTIVOSTI

Když zvuková vlna zasáhne materiál, kterým je např. stěna, část zvukové energie se odrazí, část se pohltí a část stěnou projde. Činitel zvukové pohltivosti je vzájemný vztah mezi zvukovou energií, která je pohlcena a prochází stěnou a zvukovou energií, která na stěnu dopadá.

Činitel zvukové pohltivosti se zvyšuje s frekvencí zvuku a také s tloušťkou materiálu, zejména při nižších frekvencích. Materiály s porézním povrchem mají vysoký činitel zvukové pohltivosti, zatímco tvrdé a nepórovité materiály jsou charakteristické nízkým činitelem zvukové pohltivosti[30].

1.1.1 Šíření zvuku

Ze zdroje se zvuk šíří jen pružným látkovým prostředím libovolného skupenství. Nejčastěji je to vzduch, v němž se zvuk šíří jako podélné postupné vlnění. Nejdůležitější charakteristikou prostředí z hlediska šíření zvuku je rychlost zvuku v daném prostředí.

Rychlost zvuku ve vzduchu závisí na složení vzduchu (nečistoty, vlhkost), ale nejvíce na teplotě. Ve vzduchu o teplotě t v Celsiových stupních má zvuk rychlost

$$v_t = (331,82 + 0,61 \{t\}) \text{ m.s}^{-1} \quad (1)$$

Šíření zvuku je ovlivněno i překážkami, na které zvukové vlnění dopadá, a projevuje se odraz i ohyb zvukového vlnění[1].

1.1.2 Vlastnosti zvuku

Vlastnosti zvuku rozhodují o kvalitě sluchového vjemu. Tyto vlastnosti se dají vyjádřit objektivně, fyzikálními veličinami, které můžeme změřit nezávisle na subjektivních pocitech vznikajících při vnímání zvuku. Často však je pro nás důležité, než objektivně zjištěná veličina spíše veličina subjektivní, lépe vyjadřující sluchový vjem.

Výška zvuku je určena jeho frekvencí. U jednotlivých tónů s harmonickým průběhem určuje frekvence absolutní výšku tónu.

Absolutní výšku tónu lze poměrně snadno měřit přístroji pro měření zvukových frekvencí. Sluchem však absolutní výšku tónu většinou nedokážeme určit[1].

1.1.3 Hlasitost zvuku

Zvuková vlna v podstatě představuje periodické stlačování a rozpínání pružného prostředí (vzduchu, vody, kovu apod.). To znamená, že např. ve vzduchu dochází k periodickým změnám atmosférického tlaku, které uchem vnímáme jako zvuk určité hlasitosti.

Pro objektivní hodnocení zvuků byla zavedena veličina intenzita zvuku I . Je definována vztahem

$$I=P/S, \quad (2)$$

Kde P je výkon zvukového vlnění, S je obsah plochy, kterou vlnění prochází. Jednotka intenzity zvuku je W.m^{-2} .

Intenzita zvuku je přímo úměrná energii kmitání, které zvukové vlnění v daném bodě vzbuzuje. Intenzitu zvuku určují změny tlaku vzduchu v daném místě.

Jestliže intenzita zvuku má hodnotu I , pak v logaritmické stupnici můžeme vyjádřit tzv. hladinu intenzity zvuku L v jednotkách dB. Určíme ji pomocí vztahu

$$L=10\log(I/I_0), \quad (3)$$

kde I_0 je intenzita odpovídající prahu slyšení zvuku o frekvenci 1kHz ($I_0=10^{-12}\text{W.m}^{-2}$) [1].

1.2 TEORETICKÉ POZNATKY O POHLCOVÁNÍ ZVUKU

Modely pro výpočet odhadu hodnoty činitele zvukové pohltivosti vytvořené na základě experimentů a teoretických studií různých principů pohlcování jsou popisovány v pracích řady autorů. Jsou známy teoretické poznatky o zvukově pohltivém chování různých materiálů porézních či neporézních, textilních či netextilních.

1.2.1 Využití porézních a vláknenných materiálů v oblasti zvukové pohltivosti

Významnou prací byla studie C. Zwikkera a C. W. Kostena [3] zabývající se šířením zvuku porézním flexibilním prostředím. Autoři pohlíží na porézní médium jako na směs dvou fází, vzduchu a pevného materiálu, které reagují rozdílně na zvukovou vlnu. M. E. Delany a E.N. Bazley ve své práci [4] prezentují výsledky výzkumu akustických vlastností řady vláknenných absorpčních materiálů.

Parametry běžně používané k popisu šíření vlny v porézních materiálech v závislosti na jejich mikrostruktuře pochází z modelu průměru ideálního kapilárního póru. V práci K. Attenborougha [5] jsou zhodnoceny teorie, které využívají tyto parametry a dále jsou diskutovány jejich omezení pro aplikaci na šíření v pružném, vláknenném prostředí. Je představena rozptylová analýza, která byla zatím aplikována jen na jednoduchý model paralelních stejných vláken ve vzduchu. Její použití je rozšířeno, aby mohla být vyvozena řada akustických parametrů pro více reálné popisy vláknenného modelu.

Šíření zvuku vláknennými materiály bylo analyzováno použitím zobecněné teorie

akustického šíření v porézním médiu. Byly odvozeny nezbytné konstanty z idealizovaného modelu nahromaděných válců. Autoři shledali, že velikost a orientace vláken jsou hlavní ovlivňující faktory[6] .

Účelem studie Nancy Powell je poskytnout lepší pochopení akustických vlastností netkaných textilií na modelu hluku chování z hlediska materiálů a zpracování jejich parametrů. Průzkum modelů na absorpci zvuku z vlákených materiálů[18].

Příjemného prostředí lze docílit pomocí různých technik, které používají různé materiály. Jedna taková technika absorbuje zvuk a převádí ho na tepelnou energii. Vlákenné, pórovité a jiné druhy materiálů, které byly všeobecně přijímány jako zvukové absorpční materiály se tedy přemění. Toto je uvedeno v práci Dr. Michelle Jonese[19].

Práce Babuke, Eckoldta a Fuchse [11] se zajímá o rozsahy frekvencí pod 100 Hz, kde jsou stěny a strop pokryté tlumiči hluku. Tlumiče hluku na ploše asi 70-90% z místnosti, kromě podlahy, mají hloubku <0.5 m nejlépe $<0,3$. Tlumič hluku má také letadlo, ale akusticky propustné plochy jsou vytvořeny z několika vrstev. Jsou také vybaveny vnitřními deskami, vyrobené z kovů nebo těžkých fólií, které jsou určeny pro různé tloušťky a také pro absorpci v různých frekvenčních pásmech.

1.3 ŘEŠENÍ AKUSTICKÉHO PROSTORU

1.3.1 Geometrická akustika

Zákony šíření zvuku v uzavřených prostorech jsou v podstatě zvláštními případy obecných zákonů pro šíření vlnění. Je-li ve směru šíření zvukové vlny nějaká překážka, dojde ke dvěma jevům: odrazu a ohybu zvukové vlny. O tom, který u obou jevů bude převládat, tj. zda většina energie bude odražena nebo zda se většina energie bude šířit ohybem dále, rozhodují rozměry překážek ve srovnání s vlnovou délkou zvuku. Čím větší jsou rozměry překážky, tím více se blíží chování zvukových vln při odrazu chování světelných paprsků.

V uzavřených prostorech se šíří zvukové vlny ze zdroje do daného místa přímo a odrazy od stěn obklopujících tento prostor. Odrazové plochy stěn nebývají vždy rovinné. Křivost nebo členitost jejich povrchu se pak uplatňuje tím více, čím větší jsou rozměry dílčích útvarů ve srovnání s vlnovou délkou. Pojmem geometrická akustika označujeme onu oblast akustiky, která se zabývá odrazy zvukových vln od překážek za předpokladu, že nenastává ohyb zvuku. V tomto případě můžeme obdobně jako v optice zavést pojem zvukového paprsku, pro který platí zákon rovnosti úhlu dopadu a odrazu. Při vyšetřování odrazu zvukových vln se sleduje jednak chod zvukových paprsků, které udávají směr šíření zvukové energie, jednak se hledá tvar čela zvukové vlny v určitém okamžiku. Čelo vlny je plocha spojující ty body prostoru, v nichž se částice prostředí začínají právě vychylovat z rovnovážné polohy[2].

1.3.2 Mechanika pohlcování

Pod pojmem pohlcování zvuku rozumíme nezvratnou přeměnu zvukové energie v energii jinou. Z tohoto hlediska můžeme způsob přeměny zvukové energie při šíření v pevných látkách rozdělit na tři druhy:

1. přeměny vznikající třením,
2. přeměny vznikající poklesem akustického tlaku. tj. změnami relaxačními,
3. přeměny vznikající nepružnou deformací těles.

K přeměně zvukové energie v tepelnou třením dochází tehdy, pohybují-li se vzduchové částice podél určité plochy. Má-li se takto přeměnit větší množství zvukové energie, musí plocha, na níž nastává tření, být dostatečně veliká. Proto se k pohlcování zvuku tímto způsobem dobře hodí látky porézní, u nichž se zvuk šíří v látce jemnými póry, jejichž celková plocha je značně veliká.

Přeměna zvukové energie, kterou jsme označili jako relaxační, vzniká následkem zmenšení akustického tlaku. Představme se, že se látkou šíří zvukové vlnění. V místech, ve kterých nastává zhuštění částic, stoupá zároveň celkový tlak, tím se zmenší nashromážděná potenciální energie a tím se zmenší i energie zvukové vlny.

K přeměnám zvukové energie vlivem nepružné deformace těles dochází u látek, které vykazují tzv. pružnou hysterezi. Stlačíme-li takovou látku určitou silou, nevrátí se tato látka do původního stavu ani když síla přestane působit. Práce vynaložená na deformaci je tedy větší než, práce získaná pružností tělesa zpět při návratu do původního tvaru a jejich rozdíl představuje úbytek zvukové energie vlivem nedokonalé pružnosti[2].

1.4 MĚŘENÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ AKUSTICKÝCH OBKLADŮ

1.4.1 Měření činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti

Pro praktickou aplikaci, a to jak z hlediska výpočtů akustických úprav uzavřených prostorů, tak také z hlediska ověření vlastností technologických úprav akustických obkladů, je nejdůležitější měření vzorků materiálů nebo konstrukcí pro pohlcování zvuku v dozvukové komoře. Princip měření spočívá v měření doby dozvuku v prázdné dozvukové místnosti a v měření doby dozvuku v dozvukové místnosti s vloženým vzorkem měřeného obkladu nebo konstrukce[2].

Touto metodou lze stanovit střední akustickou pohltivost materiálu, jímž je dozvuková místnost obložena, ale tato metoda má několik nevýhod. Jednou z největších nevýhod je montáž a upevnění vzorků na strop a stěny (nebo jejich části) a druhou nevýhodou je nutnost velkého množství zkoumaných vzorků.

Jednou z možností, jak eliminovat výše zmíněné nevýhody je využití impedanční trubice k měření akustické pohltivosti materiálu[27].

1.4.2 Impedanční trubice

Jednou z možností, jak eliminovat výše zmíněné nevýhody je využití impedanční trubice k měření akustické pohltivosti materiálu. Obecně lze impedanční trubici popsat jako speciální kovovou trubici s reproduktorem sloužícím jako zdroj zvukových vln.

Trubice je opatřena otvory sloužícími k vkládání mikrofonů a otvorem pro vkládání vzorků zkoumaného materiálu. Námi používaná impedanční trubice je Brüel & Kjær Type 4206. Měření akustické pohltivosti lze provádět pro jednotlivé frekvence samostatně, nebo širokopásmově při použití bílého šumu jako zdroje signálu pro zabudovaný reproduktor.

Dvou mikrofonová impedanční měřicí trubice slouží k měření akustických parametrů zkoušených materiálů. Pomocí impedanční trubice lze zjišťovat akustickou pohltivost materiálu, odrazivost a impedanci v rozsahu frekvencí 50 Hz až 6,4 kHz[31].

1.4.3 Dvou mikrofonová metoda měření akustické pohltivosti

Dvou mikrofonová metoda měření akustické pohltivosti je založena na rozkladu širokopásmového náhodného signálu do signálu ze zdroje a signálu odraženého. Zvukový signál je vytvářen reproduktorem a rozklad signálu na signál ze zdroje a odražený signál je zjišťován ze závislosti mezi akustickými tlaky, které jsou měřeny dvojicí mikrofonů umístěných ve stěně trubice.

Měření akustické pohltivosti dvou mikrofonovou metodou předpokládá šíření rovinných vln a žádné úniky energie způsobené pohltivostí stěn impedanční trubice. Tato zjednodušení nejsou při praktických měřeních nijak omezující, jen v případě měření vzorku s velmi malou akustickou pohltivostí (0,01 – 0,1) jsou výsledky zatíženy větší chybou. Tato chyba je však snadno odstranitelná opakovaným měřením a následným zprůměrováním naměřených hodnot[31].

1.5 FREKVENCE

Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat, jsou značně individuální a leží v intervalu přibližně 16 Hz až 20 000 Hz. Mechanické vlnění mimo tento frekvenční rozsah sluchový vjem nevyvolává, přesto se někdy také označuje jako zvuk[12].

Jako zvuk označujeme mechanické vlnění, které vnímáme sluchem. Jeho frekvence leží

v intervalu přibližně 16 Hz až 16000 Hz (16 KHz) . Mechanické vlnění s frekvencí menší než 16 Hz je infrazvuk, frekvenci větší než 16 KHz má ultrazvuk. Fyzikálními ději, které jsou spojeny se vznikem zvukového vlnění, jeho šířením a vnímání zvuku sluchem, se zabývá akustika. Zvuk zprostředkovává člověku informace o okolním světě. Celý tento děj přenosu informací si můžeme představit jako přenosovou soustavu, která má 3 základní části:

1. zdroj zvuku
2. prostředí, kterým se zvuk šíří
3. přijímač zvuku[16].

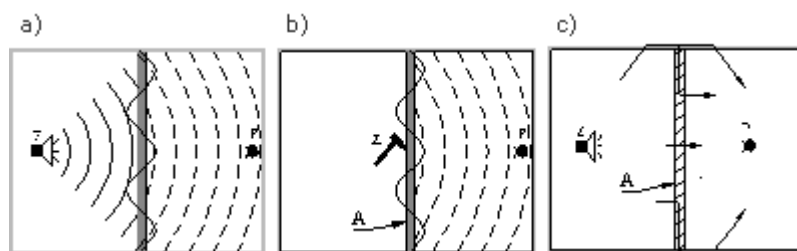
2 PŘENOSOVÝ ÚTLUM

2.1 PŘENOSOVÝ ÚTLUM OBECNĚ

Přenosový útlum je decibelová veličina, která charakterizuje materiály z hlediska jejich schopnosti tlumit mechanické vibrace[32]. Nezbytným předpokladem ochrany proti hluku v místnostech budov je zabezpečení normativních požadavků na neprozvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi v budovách a normativních požadavků na neprozvučnost obvodového pláště a jeho částí. Pokud není technickou normou stanoveno jinak, prokazuje se dodržení normativních požadavků na neprozvučnost zkouškou, která se skládá z měření, určení hodnoty jednočíselné veličiny a jejího porovnání s požadavkem.

Rozeznáváme neprozvučnost:

Vzduchovou, o které mluvíme v případě, kdy sledujeme šíření akustické energie ze vzduchu přes stěnu (konstrukci) opět do vzduchu za stěnou Kročejovou, kdy se jedná o vyzařování akustické energie stěnou, která byla uvedena do ohybového vlnění vlivem impulsů (kroků). Tento jev se objevuje především ve stavebnictví.



Obr. 1 Způsob šíření zvuku a) vzduchem, b) kmitáním a
c) konstrukcí vedlejšími cestami[14].

A - plocha dělicí konstrukce, Z - zdroj, P - přijímač

Vzduchová neprozvučnost - vážená stavební neprozvučnost (faktory přizpůsobení spektru).

Kročejová neprozvučnost - vážená normalizovaná hladina kročejového zvuku (faktor přizpůsobení spektru)[14].

2.2 PŘENOSOVÝ ÚTLUM A VLÁKENNÉ VRSTVY

Analýza přenosového útlumu, kterou předvedli ve své práci Hull J., Langton C. a Barker S. byla prokázána jako levná, spolehlivá metoda k identifikaci a charakterizaci polymerních materiálů a komponent pro výplň materiálů. Širokopásmové ultrazvukové měření přenosového útlumu také měří dobu letu ultrazvukového pulsu. Výsledky ukazují schopnost techniky k identifikaci celé řady různých polymerů, včetně materiálů, které používáme pro výplň materiálů[13].

Tato práce Rushforth M., Horoshenkova K., Miraftabb M., a Swifta J. popisuje zkoumání kročejové neprozvučnosti. Naměřeny byly materiály vyrobené z recyklovaných kobercových čtverců a byly porovnány s některými komerčně dostupnými akustickými podklady[34].

Materiál, který absorbuje zvuk pro automobilový průmysl, obsahuje tlumící materiál, zvukový-absorpční materiál a povrchový materiál. Tlumení se provádí dohromady s zvukovou absorpcí a povrchovými materiály. Tento zvuk-absorpční materiál se používá

pro automobilový průmysl jako palubní deska, toto jsou poznatky z práce Honda G. a Nihota T. [20].

Objemné netkané textilie obsahují nejméně jeden druh z přírodních nebo syntetických vláken, syntetické pryskyřice pojivem, žáruvzdorný materiál a syntetické pryskyřice. Materiály jako jsou polyuretan a vinylchlorid jsou používány jako zvuk pohlcující materiál, zatímco jako zvuk odolávající materiál se používají alespoň jeden druh pojiva součásti jako je asfalt, kaučuk, a syntetické pryskyřice. Toto popsali Naofumi, Masayuki a Katsuyuki ve své práci, kde hodnotili přenosový útlum[21].

3 TEPELNÁ VODIVOST

Chápání vlivů mikrostrukturních parametrů na rychlost přenosu tepla přes neuspořádané vlákenné útvary je důležitá pro návrh a vývoj materiálů. V této práci M.A. Tahir a H. Vahedi Tafreshi [7] se vytváří virtuální 3-D geometrie, které se podobají vnitřní mikrostruktury vlákenných izolačních materiálů.

Vlákenné materiály mají žádoucí vlastnosti při přenosu tepla a jsou používány v mnoha aplikacích, včetně tepelných izolací. Sálavý přenos tepla prostřednictvím těchto materiálů je velmi důležitý i při mírných teplotách. V této práci B. Poirdeyhimiho a H. Tafreshiho [8] jsou popsány základní charakteristiky sálavého tepla.

V této práci se popisují keramické izolační textilie, které jsou žáruvzdorné nebo tepelně izolačními materiály. Například deky se skládají ze silných vrstev tkaných nebo netkaných textilních materiálů[15].

3.1 TEPELNÉ VLASTNOSTI

3.1.1 Měrná tepelná vodivost

Měrná tepelná vodivost λ , definovaná jako množství tepla prošlé 1 m² plochy při

teplotním spádu 1 K m^{-1} , se vyjadřuje ve $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Je dána přestupem tepla:

- a) vedením tuhou fází λ_s ,
- b) vedením a prouděním plynné fáze λ_g ,
- c) radiací λ_r ,

tedy

$$\lambda = \lambda_s + \lambda_g + \lambda_r \quad (4)$$

Obecně závisí na teplotě, objemové hmotnosti, resp. pórovitosti, velikosti pórů, na chemickém a mineralogickém složení, struktuře tuhé fáze a textuře a na plynné fázi zaplňující póry, popřípadě na dalších faktorech. Měrná tepelná vodivost vystupuje ve výpočtu tepelného toku, resp. tepelných ztrát stěnou a ve výpočtu rozložení teplot ve stěně[19].

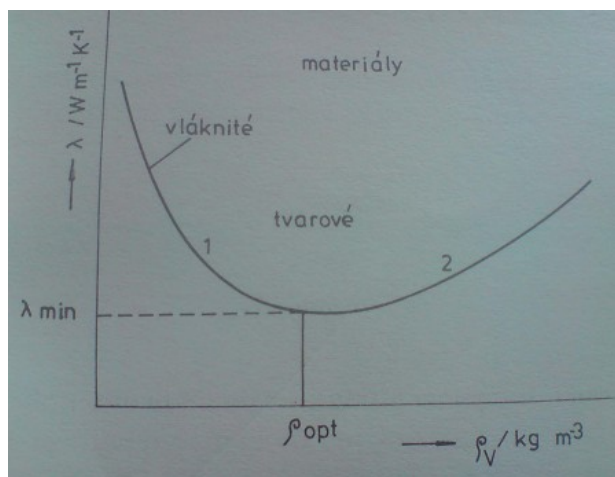
3.1.2 Závislost měrné tepelné vodivosti na teplotě

Jednotlivé složky vodivosti jsou různým způsobem závislé na teplotě. Závislost λ_s , λ_g na teplotě nebývá příliš výrazná, např. λ_r roste obvykle až s třetí mocninou teploty, jak vyplývá ze zákona pro přestup tepla radiací [19]. Z uvedeného lze vydedukovat, že tepelná vodivost obvykle roste s teplotou, a to tím výrazněji, čím více se uplatňuje radiační složka, tj. čím je materiál pórovitější.

Vzrůst měrné tepelné vodivosti λ s teplotou se projevuje u tvarových materiálů s menší objemovou hmotností a obzvláště pak u materiálů vláknitých.

3.1.3 Závislost měrné tepelné vodivosti na objemové hmotnosti

Závislost měrné tepelné vodivosti na objemové hmotnosti prochází minimem, jemuž odpovídá optimální objemová hmotnost ρ_{opt} (Obr. 2).



Obr. 2 Závislost měrné tepelné vodivosti λ na objemové hmotnosti ρ_v [10].

Tento průběh mají materiály na bázi křemeliny a dá se předpokládat, že závislost bude procházet určitým minimem i pro materiály na bázi šamotu, i když nebylo dosud v praxi dosaženo minimální vodivosti při nejnižší objemové hmotnosti (úsek 1 na obr. 2)

Optimální objemová hmotnost, tj. taková, při níž je nejnižší měrná tepelná vodivost, bude pro různé teploty různá. Čím vyšší teplota, tím výhodnější je materiál s vyšší objemovou hmotností. Optimální materiály používané pro vyšší teploty by tedy měly mít vyšší objemovou hmotnost než materiály pro teploty nižší, i při shodném mineralogickém složení.

U lehčených tvarových materiálů, které většinou odpovídají části křivky 2 závislosti vodivosti na objemové hmotnosti (Obr. 2) se často používají zjednodušené vztahy

$$\lambda = k_1 + k_2 \rho_v \quad (5)$$

$$\lambda = k_1 + k_2 \rho_v + k_3 \rho_v^2 \quad (6)$$

kde ρ_v je objemová hmotnost,

k_1, k_2, k_3 - konstanty [10].

3.1.4 Závislost měrné tepelné vodivosti na velikosti pórů

Obecně lze říci, že při shodné pórovitosti tepelná vodivost stoupá s rozměrem póru. Je to tím, že jemné póry a trhliny na kontaktech zrn zvyšují odpor vůči tepelnému toku, zatímco velké póry kladou odpor menší[10].

4 FOTOMETRICKÁ PROPUSTNOST

Vynález T. Himbergenta, R. Koleho [9] je výborný absorpční materiál, který lze použít na podklad pro izolační vrstvu.

4.1 SVĚTELNĚ NEPROPUSTNÉ VLASTNOSTI VLÁKENNÝCH MATERIÁLŮ

4.1.1 Světlo

Světlo má dualistickou povahu. Znamená to, že ho můžeme chápat jako příčné vlnění spojitého elektromagnetického pole a současně jako proud částic (fotonů, kvant). Ve fyzice se světlo popisuje třemi způsoby: vlnovým modelem (světlo jako elektromagnetické vlnění), kvantovým modelem (světlo jako proud fotonů) a geometrickým modelem (světelný paprsek).

4.1.2 Vlnový model světla

Světlo je vlnění elektromagnetického pole, které je možné znázornit sinusoidou. Základními charakteristikami světla jsou:

Rychlost (c) - ve vakuu je to $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. V látkovém prostředí je vždy nižší.
Frekvence (f) - počet kmitů za jednotku času, nezávisí na prostředí a udává barvu světla. S rostoucí frekvencí roste energie světla.

Vlnová délka (λ)- vzdálenost mezi odpovídajícími body sinusoidy. Mezi frekvencí, vlnovou délkou a rychlostí platí vztah $\lambda = c/f$.

Amplituda (A) - Udává největší odchylku sinusoidy od nulové hodnoty. Na amplitudě závisí intenzita světla.

Fáze (ϕ)- Udává v jaké části vlny (sinusoidy) se vlnění nachází v časovém okamžiku.

Vlnová délka světla je 390nm (fialová barva) až 790nm (červená barva). Světlo tvořené vlněním o jedné vlnové délce se nazývá monochromatické, o více vlnových délkách polychromatické. Světlo tvořené všemi viditelnými vlnovými délkami se jeví jako bílé [22].

4.2 SVĚTLO NEPROPUSTNÉ STÍNÍCÍ VÝROBKY

4.2.1 Textilní rolety

Interiérové látkové rolety plní nejen dekorativní funkci, ale také funkci zastiňovací. Intenzitu zastínění lze volit dle různých typů látky – světelně propustná či zatemňovací. Interiérové rolety jsou vyráběny jako volně visící nebo jako pevná s vodicími lištami.

- je široká škála materiálů, dekorů i barev včetně dětských motivů
- možnost provedení i do střešních oken
- na přání rolety opatřené okrasným volánem s obšívkou
- speciální rolety nepropustné světlo s bočními vodicími lištami
- ovládání pružinové, řetízkové a elektrické



Obr. 3 Pružinová roleta[23].

Pružinová standardní roleta moderní a cenově dostupná. Jedná se o klasickou stínící

techniku. Nové moderní samotoče, které zajišťují plynulé ovládání pohybu rolety, desítky barevných variant a moderních vzorů. Roleta znamená světelnou nepropustnost.



Obr. 4 Roleta s řetízkovým ovládáním[23].

Roleta s řetízkovým ovládáním je komfortní, flexibilní a cenově výhodná. Roleta s řetízkovým ovládáním. Řetízkové ovládání umožňuje zastavit roletu v jakékoli poloze a regulovat tak plynule míru zatemnění.



Obr. 5 Skládaná roleta[23].

Skládaná roleta je efektní, stylová, elegantní, která se nazývá plisé.

Plisé je další z řady moderních výrobků, které dokáží nejen nepropustit světlo, ale i zpříjemnit vzhled oken a tím samozřejmě i celého interiéru.



Obr. 6 Římská roleta[23].

Římská roleta s řasenými sklady je elegantní, stylová a dekorativní. Roleta je ovládána pomocí řetízkového mechanismu, který umožňuje zastavení v jakékoli poloze a regulovat tak míru zastínění interiéru[23].

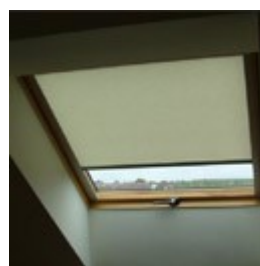


Obr. 7 a), b), c) Stínící materiály[17].

4.2.2 Látkové rolety

Látkové rolety patří mezi velice oblíbené prvky stínící techniky, které výrazně doplňují prostředí domu či bytu podobně jako záclony či závěsy. Nejen, že chrání před nadměrným slunečním světlem a nežádoucími pohledy zvenčí, ale v dnešní době jsou, díky novému modernímu designu, stále více populárnější i jako estetický nebo dekorační doplněk, který dotváří interiér.

V dnešní době je k dostání celá řada barevných odstínů a kombinací z velmi kvalitních materiálů.



Obr. 8 Zastiňovací roleta[17].

Látková roleta zastiňovací je praktickým a účinným řešením pro zastínění před sluncem.

Zajistí jednoduché a účinné zastínění během dne a dodá místnosti originální vzhled a styl. Je vyrobená z tkaniny a odolává nečistotám. Tkanina rolety je plně napnuta mezi postraními vodícími lištami a na okně ji lze zastavit v jakékoli pozici. Vodící lišty jsou vyrobeny z hliníku v bílé nebo stříbrné barvě. Ovládání je buď tahem za spodní profil, nebo motorem.



Obr. 9 Zatemňující roleta[17].

Látková roleta zatemňující je ideální řešení pro delší snění či odpolední odpočinek. Zcela zatemňující roleta zachytí i nejintenzivnější sluneční světlo a dokonale tak místnost zatemní. Je vhodným řešením zejména do ložnic a dětských pokojů. Vodící lišty jsou vyrobeny z hliníku v bílé nebo stříbrné barvě. Ovládání je jako u rolet zastiňovacích, buď tahem za spodní profil, nebo motorem.



Obr. 10 Roleta potažená teflonovou impregnací[17].

Látka potažená teflonovou impregnací je vhodná především do místností s bazénem, koupelen, nebo sauny.

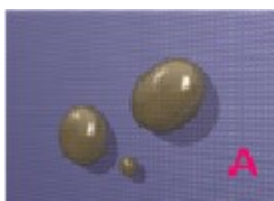
4.2.3 Žaluzie Plisé

Horizontální žaluzie Plisé představují velmi zajímavý žaluziový systém. Stínícím

materiálem je skládaná technická textilie, která je opatřena povrchovou úpravou proti přilnutí prachu a jiných nečistot. Díky této speciální úpravě se tekutina do látky nevsaje, ale steče a nezašpiní ji.

Základním materiálem je 100% polyester, některá provedení těchto žaluzií jsou na povrchu opatřena hliníkem, který je na látku nanášen napařovací technologií, jejichž smyslem je maximálně zvýšit odraz slunečního záření.

Žaluzie Plisé umožňují zastínit i velmi atypické provedení oken, např. kruhové, půlkruhové, šikmé i trojúhelníkové okenní tvary. Používají se také na střešní okna a zimní zahrady.



Obr. 11 Žaluzie opatřené impregnací[17]. Obr. 12 Žaluzie bez impregnace[17].



a)

b)

c)

Obr. 13 a), b), c) Stínicí rolety[17].

4.2.4 Římské rolety

Římské rolety se nenavíjí jako klasické rolety, ale skládají se vzhůru a dotváří tím velmi pěkně interiér.

Velkou výhodou římských rolet je jejich snadná údržba a ovládání. Je možno prát je v lázni s teplotou 30° a moderní mechanismus umožňuje jednoduché a bezproblémové ovládání pomocí řetízku, nebo motorového pohonu s dálkovým ovládáním.



a)



b)



c)

Obr. 14 Římské rolety[17].

4.2.5 Japonské posuvné stěny

Japonské posuvné stěny jsou způsob, jak lze nejen zastínit okna nebo elegantně předělit prostor, ale také vytvořit působivý design.

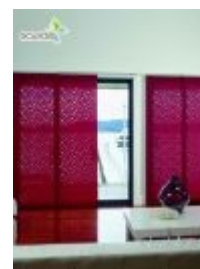
Japonskou stěnu tvoří jednotlivé látkové panely, které se posunují po vodící liště. Látka je v horní části připevněna pomocí suchého zipu na hliníkovém profilu. Panely lze pomocí ovládací šňůry shrnovat buď od středu nebo na levou i pravou stranu a to pomocí šňůrky, řetízku, ovládací tyče, nebo motorem [17].



a)



b)



c)

Obr. 15 Japonské posuvné stěny[17].

5 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ

5.1 NETKANÁ TEXTILIE

Netkaná textilie je plochá vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením, kohezí nebo adhezí jednotlivých částic textilie.

K výrobě se dají použít všechny textilní materiály (s velkým počtem modifikací) a recyklované textilní odpady. U vrstveného zboží se textilní vlákna často kombinují s kovy nebo minerály. S rychlým vývojem technologie se často mění i podíl jednotlivých druhů surovin. V poslední době dosáhla polypropylenová vlákna skoro 50 % a polyester asi 25 % z celkového množství, přírodní vlákna mají s podílem kolem 1 % minimální význam[25] .

5.2 MELT-BLOWN

Název technologie je složen z anglických slov melt - tavit, tavenina a blown - foukat. Do češtiny se nepřekládá, někdy se opisuje výrazem "textilie vyrobené rozfukováním taveniny (polymeru)".

Výrobky melt-blown se skládají z vláken volitelných průměrů. Typická jsou mikrovlákna o průměru 2 - 4 mikrony vyznačující se velkým měrným povrchem. K tavení polymeru a tavného transportu taveniny se využívá tavného extruderu. K tvorbě vláken dochází ve speciální výtlačné hubici s mnoha zvlákňovacími otvory. Šíře hubice odpovídá výrobní šíři zařízení. Zvlákňovací otvory jsou vyvedeny na hraně hubice a je k nim přiváděn stlačený horký vzduch. Vytékající tavenina je vzduchem strhávána a formována do tvaru vlákna. Síla působení vzduchu na tvořící se vlákno se zvyšuje s rostoucí délkou vlákna. Vlákno je postupně nepravidelně dlouženo a při určité délce odtrženo[33].

5.3 TKANINA

Tkanina je plochý textilní útvar, který vzniká propojením dvou vzájemně kolmo probíhajících soustav nití, osnovy a útku. Tím se odlišuje od jiných textilních výrobků, např. pletenin, krajkovin, všívaných nebo netkaných textilií.

Materiál ke tkaní musí (mimo jiné) dosahovat určité pevnosti v tahu a v ohybu. Těmto podmínkám vyhovuje většina přízí z textilních vláken a dráty z některých kovů. Pevnost osnovních (obzvláště vlněných) přízí se často zvyšuje skaním[26].

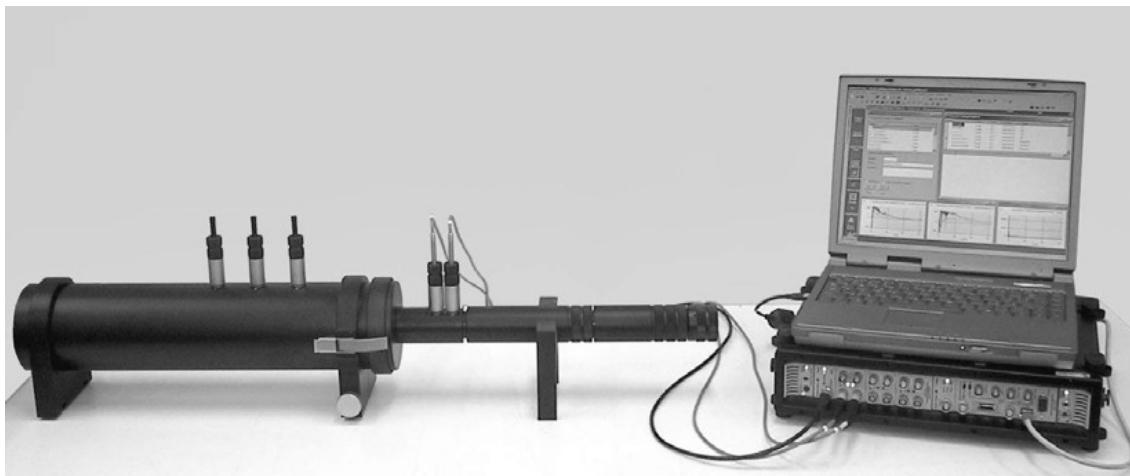
II EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

6 NAMĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ VELIČIN

6.1 MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTI KOEFIICIENTU ČINITELE ZVUKOVÉ POHLTIVOSTI NA FREKVENCI VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

6.1.1 Impedanční trubice Brüel & Kjær Type 4206 a šestikanálový analyzátor Pulse 3560 C

Obecně lze impedanční trubici popsat jako speciální kovovou trubici s reproduktorem sloužícím jako zdroj zvukových vln. Trubice je opatřena otvory sloužícími k vkládání mikrofonů a otvorem pro vkládání vzorku zkoumaného materiálu. Námi používaná impedanční trubice je Brüel & Kjær Type 4206. Měření akustické pohltivosti lze provádět pro jednotlivé frekvence samostatně, nebo širokopásmově při použití bílého šumu jako zdroje signálu pro zabudovaný reproduktor. Na následujícím obrázku je zobrazena námi používaná impedanční trubice s šestikanálovým analyzátozem Pulse 3560 C a s počítačem, na kterém je provozován dodávaný software „Material testing“[27].



Obr. 16 Impedanční trubice[27].

6.2 VYHODNOCENÍ PŘENOSOVÉHO ÚTLUMU V ZÁVISLOSTI NA FREKVENCI U VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

6.2.1 Impedanční trubice Brüel & Kjær Type 4206 a šestikanálový analyzátor Pulse 3560 C

Přenosový útlum je decibelová veličina, která charakterizuje materiály z hlediska jejich schopnosti tlumit mechanické vibrace[32]. Největším rozporem je požadavek maximální akustické pohltivosti a neprozvučnosti. Neprozvučnost je totiž funkcí hmotnosti, tuhosti a frekvence. Vysoká plošná hmotnost a tuhost materiálu pak nesplňuje požadavky na vysokou akustickou pohltivost. Na měření přenosového útlumu se používá stejné zařízení jako pro měření činitele akustické pohltivosti materiálu. Tím zařízením je jak už je zmíněno i zobrazeno na obr. č.16 impedanční trubice Brüel & Kjær Type 4206 s šestikanálovým analyzátozem Pulse 3560 C[27].

6.3 MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ MĚRNÉ TEPELNÉ VODIVOSTI, MĚRNÉHO TEPELNÉHO ODPORU A TLOUŠŤKY MATERIÁLU U VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

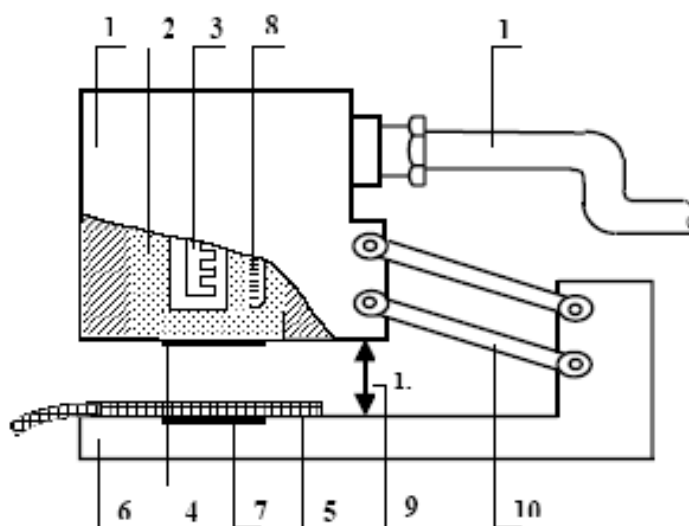
6.3.1 Alambeta

Je použitelná jak pro tkaniny, tak pro pleteniny. Pomocí přístroje ALAMBETA je možno měřit vlastnosti textilií, jako je tepelná vodivost, tepelná jímavost, měrný tepelný odpor, tloušťka materiálu, teplotní vodivost, dále pak max. tepelný tok nebo poměr maximálního a ustáleného tepelného toku.

Přístroj ALAMBETA je počítačem řízený poloautomat, který vypočítá všechny statistické parametry měření a obsahuje autodiagnostický program, který zabraňuje chybným operacím přístroje.

6.3.2 Popis přístroje

Na základnu přístroje 6 (spodní část), který je vyhříván na teplotu okolí, se položí měřený vzorek 5. Hlavice 1, která je vyhřívána na teplotu o cca 10°C vyšší (obvykle 33°C, tj. teplota kůže lidského těla), než je teplota okolí, se spustí a snímače tepelného toku 4 a 7 měří tepelné toky mezi jednotlivými povrchy. Současně je změřena i tloušťka materiálu, jako vzdálenost měřících hlav. Součástí základny přístroje je termostat a teploměr, součástí měřící hlavice je teploměr 8, topné těleso 3, termostat 2 a tepelná izolace[28].



Obr. 17 Přístroj Alambeta[28].

6.3.3 Měrná tepelná vodivost

Součinitel měrné tepelné vodivosti představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K. S rostoucí teplotou tepelní vodivost klesá; výsledná hodnota se dělí 10^3 . Materiály, které mají vysokou hodnotu se označují

jako vodiče, materiály s nízkou hodnotou jako izolátory. Nejmenší tepelnou vodivost mají materiály z velmi jemných vláken. Průměr vláken a tloušťka tepelnou vodivost zvyšují[28].

6.4 MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTI STUPNĚ TRANSMISE NA VLNOVÉ DÉLCE VYBRANÝCH TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ – MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

6.4.1 Datacolor

Nejnovější člen řady 600, Spectraflash SF600 Plus CT, je pulsní xenonový zdroj světla, který zajišťuje velmi přesné měření i pro velmi tmavé a syté barvy. Jeho kompaktní, robustní design zahrnuje řadu snadno použitelných funkcí, měření je ve vysoce barevném rozlišení. SF600 Plus CT má neobvykle snadné ovládání a automatický zoom[24].

Přístroj umožňuje měření dopadajícího světla na 10 nm ve viditelné části spektra od 360 do 700nm. Přístroj také umožňuje, měření bělosti, optické jasnosti a také vlastní speciální filtr pro UV záření.



Obr. 18 Přístroj Datacolor[24].

Vzorek je umístěn a upevněn ve speciálním držáku. Přístroj měří vlnové délky, odráží a absorbuje část dopadajícího světla. Naměřená data jsou ukládána do počítačové databáze a mohou být použita speciálním počítačovým softwarem pro třídění a výpočet hodnoty barvy potřebné pro definování barev nebo bělosti[29].

7. PŘÍPRAVA A ROZMĚRY VZORKŮ

Pro měření všech čtyř veličin bylo použito několik materiálů. Materiály byly měřeny ve vrstvách, vždy byl ve spodní vrstvě pouze jeden druh materiálu – tkanina č.9. Na vrchní vrstvě se střídaly dva různé materiály – tkanina č. 10 a č. 11. Výplň mezi vrchní a spodní vrstvou bylo 8 vzorků, všechny byly z netkané textilie a byly vyrobeny technologií melt-blown a některé z nich byly bodově spojeny ultrazvukem.

Vzorky jednotlivých materiálů byly vyseknuty ocelovým nožem a byl připraven jeden vzorek od každého materiálu o průměru 100 mm a 30 mm.

Vzorek č.1

Označení: Vzorek č.1

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Plošná hmotnost [g/m²]: 175

Barva: šedá

Vzorek č.2

Označení: Vzorek č.2

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Plošná hmotnost [g/m²]: 175

Barva: modrá

Vzorek č.3

Označení: Vzorek č.3

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Popis: Vzorek je bodově spojený ultrazvukem, ve vzorku jsou vyražené pravidelné

body, které jsou 0,7 cm široké a jsou od sebe vzdálené 0,5 cm.

Plošná hmotnost [g/m²]: 190/17

Barva: šedá

Vzorek č.4

Označení: Vzorek č.4

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Plošná hmotnost [g/m²]: 300

Barva: bílá

Vzorek č.5

Označení: Vzorek č.5

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Popis: Vzorek je bodově pojený ultrazvukem, ve vzorku jsou vyražené body, které mají v průměru 0,3 cm jsou uspořádány v pravidelném tvaru, kde jsou od sebe body vzdálené na všechny strany 1,5 cm. Seskupení bodů připomíná tvar čtverců.

Plošná hmotnost [g/m²]: 30/200/30

Barva: bílá

Vzorek č.6

Označení: Vzorek č.6

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Plošná hmotnost [g/m²]: 350

Barva: bílá

Vzorek č.7

Označení: Vzorek č.7

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Popis: Vzorek je bodově pojený ultrazvukem, ve vzorku jsou vyražené pravidelné body, které jsou široké 0,7 cm a od sebe jsou vzdálené 0,5 cm. Dvě dráhy bodů jsou na sebe kolmé.

Plošná hmotnost [g/m²]: 320/30

Barva: šedá

Vzorek č.8

Označení: Vzorek č.8

Materiál: Netkaná textilie, technologie melt-blown

Popis: Vzorek je bodově pojený ultrazvukem, ve vzorku jsou vyražené body, které mají v průměru 0,3 cm jsou uspořádané v pravidelném tvaru, kde jsou od sebe body vzdálené na všechny strany 1,5 cm. Seskupení bodů připomíná tvar čtverců.

Plošná hmotnost [g/m²]: 253/17

Barva: šedý

Vzorek č.9

Označení: spodní materiál

Materiál: Tkanina

Popis: Vzorek je lesklá tkanina.

Plošná hmotnost [g/m²]: 120

Barva: hnědá

Vzorek č.10

Označení: Vrchní materiál č.10

Materiál: Tkanina

Popis: Z rubní strany krátká vlákna a lící strany jsou vidět delší vlákna.

Plošná hmotnost [g/m²]: 150

Barva: šedá

Vzorek č.11

Označení: Vrchní materiál č.11

Materiál: Tkanina

Popis: Slabá tkanina se vzory.

Plošná hmotnost [g/m²]: 125

Barva: béžová/hnědá

7.1 Akustická pohltivost

Pomocí impedanční trubice byly naměřeny hodnoty, kde na sobě závisí činitel zvukové pohltivosti, který je bezrozměrný a frekvence, která je udávána v Hertzích.

Měření činitele zvukové pohltivosti bylo měřeno ve vrstvách, ale byly naměřeny i samotné vzorky. Každý materiál, tedy 8 vzorků, spodní a oba vrchní materiály byly naměřeny samostatně. Dalším měřením byly vrstvy, kde vespod byla umístěna tkanina, uprostřed byla výplň tedy vždy jeden z 8 materiálů z netkané textilie a navrchu byla tkanina, kde se střídaly po jednom měření dva různé materiály. V přílohách (Přílohy P I – P XXVIII) nalezneme grafy, kde lze porovnávat tloušťku materiálu a vyražené body jak ovlivňují velikost a průběh grafu.

7.2 Přenosový útlum

Měření přenosového útlumu [dB] v závislosti na frekvenci [Hz].

U měření přenosového útlumu bylo naměřeno jen 6 vzorků ve vrstvách a to pouze s jedním druhem vrchního materiálu. Některé vzorky byly příliš slabé a v impedanční trubici nedržely pohromadě ve vrstvě ani samotně, proto nemohly být naměřené. Vrstvy, které se povedly naměřit, se skládaly ze spodního materiálu z tkaniny č.9, z výplně netkané textilie vzorek č.2, č.4, č.5, č.6, č.7 a č.8 u vrchního materiálu to byl vzorek č.10 (Přílohy P XXIX – P XXXV).

7.3 Tepelná vodivost

Jak je v předchozí kapitole uvedeno na přístroji Alambeta můžeme naměřit několik veličin. Pro tuto práci jsme potřebovali naměřit tepelnou vodivost [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$], měrný tepelný odpor [W^{-1}Km^2] a tloušťku materiálu [m].

Při měření na přístroji Alambeta bylo naměřeno všech 8 vzorků ve vrstvách s oběma vrchními materiály, jak pro tepelnou vodivost, měrný tepelný odpor tak i pro tloušťku

materiálu. V grafech, které jsou součástí příloh můžeme porovnávat sloupkové grafy, jejich výšky v závislosti na již zmiňovaných veličinách.(Přílohy P XXXVI– P XXXVIII).

7.4 Fotometrická propustnost

U fotometrické propustnosti je na sobě závislý stupeň transmise a vlnová délka, která je udávána v nanometrech.

Vzorky se v tomto případě musely měřit po jednom. Všechny 8 výplně do vrstvy se podařilo naměřit. Ve vrstvách se měření nezdařilo. Součástí tohoto měření byly i spodní materiál č.9 a oba vrchní materiály č.10 a č.11 (Přílohy P XXXIX– P L).



Obr. 19 Vzorek č. 1 – netkaná textilie
175 g/m²



Obr. 20 Vzorek č. 2 – netkaná
textilie 175 g/m² -modrý



Obr. 21 Vzorek č. 3 – netkaná textilie
190 g/m²



Obr. 22 Vzorek č. 4 – netkaná
textilie 300 g/m²



Obr. 23 Vzorek č. 5 – netkaná textilie
30/200/30 g/m²



Obr. 24 Vzorek č. 6 – netkaná
textilie 350 g/m²



Obr. 25 Vzorek č. 7 – netkaná textilie
320/30 g/m²



Obr. 26 Vzorek č. 8 – netkaná
textilie 253/17 g/m²



Obr. 27 Vzorek č. 9 – tkanina
120 g/m²



Obr. 28 Vzorek č. 10 rub – tkanina
150 g/m²



Obr. 29 Vzorek č. 10 lic – tkanina
150 g/m²



Obr. 30 Vzorek č. 11 – tkanina
125 g/m²

8 VYHODNOCENÍ

Významnou veličinou u naměřených charakteristik je tloušťka vrstvy.

Záleží na tom, jestli je naměřená hodnota z tří-vrstveného materiálu, nebo jestli je to pouze spodní a vrchní materiál dohromady a nebo může být naměřen pouze výplňkový materiál. A takto to je rozdělené i v grafech v přílohách.

8.1 Vyhodnocení závislosti koeficientu činitele zvukové pohltivosti na frekvenci vybraných textilních materiálů

Naměřené závislosti koeficientu činitele zvukové pohltivosti na frekvenci jednotlivých měřených materiálů při různých výplních jsou uvedeny v přílohách (Přílohy P I – P XXVIII).

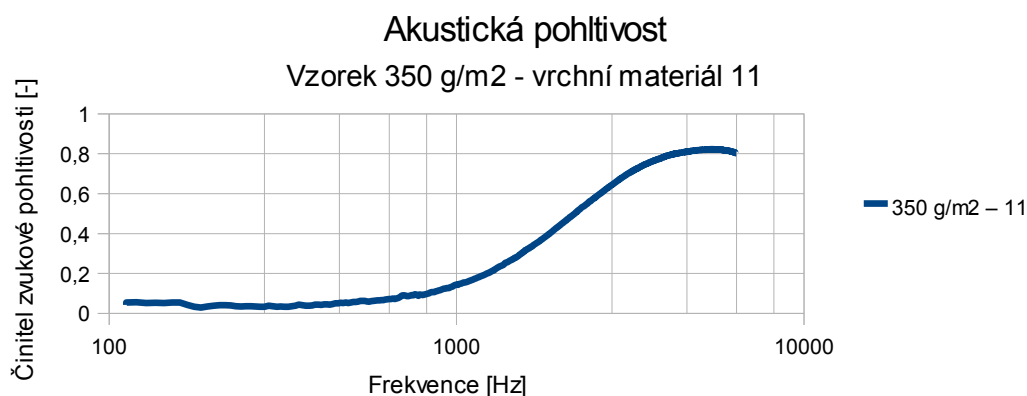
Pro vyhodnocení akustických vlastností měřených materiálů byla uvažována frekvenční oblast 100 – 6400 Hz.

Na základě naměřených závislostí lze říci, že nejvyšších hodnot koeficientu činitele akustické pohltivosti v celém frekvenčním spektru vykazují materiály s vrchním materiálem č.10 jsou to vzorky č.6 a č.4 a pro vrchní materiál č.11 jsou nejlepšími vzorky č.5, č.6 a č.4. Lze tedy říci u těchto materiálů, že patří mezi velmi dobré akusticko-izolační materiály.



Obr. 31 Závislost činitele zvukové pohltivosti na frekvenci.

Tento graf znázorňuje nárůst činitele zvukové pohltivosti o 0,7 při frekvenci 6400 Hz, která vzrostla na maximum stejně jako činitel zvukové pohltivosti, který dosahoval 0,9.



Obr. 32 Závislost činitele zvukové pohltivosti na frekvenci.

Graf pojednává o zvýšení činitele zvukové pohltivosti o 0.7 při maximálním nárůstu frekvence 6400 Hz. Činitel zvukové pohltivosti dosáhl 0,8 při frekvenci 6400 Hz.

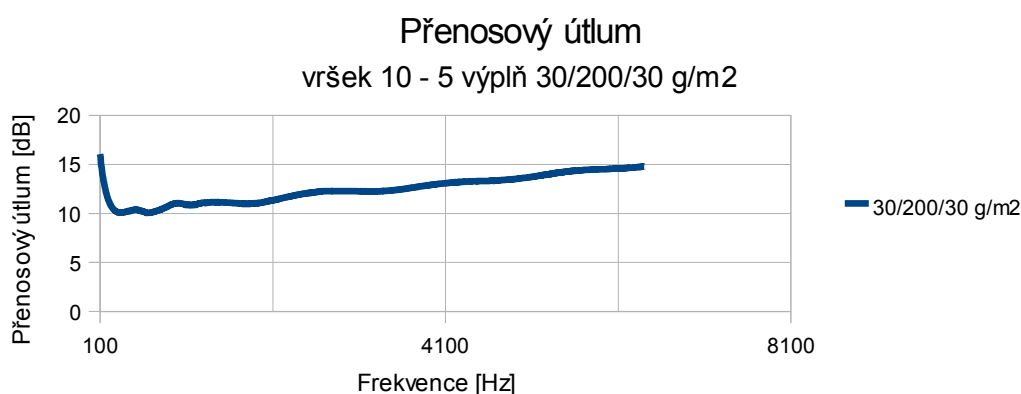
Další podobné grafy porovnávající tloušťku materiálu, vrstvu materiálu a nebo vyražené body nalezneme v přílohách.

8.2 Vyhodnocení závislosti přenosového útlumu na frekvenci u vybraných textilních materiálů

Naměřené závislosti přenosového útlumu na frekvenci při různých výplních jsou uvedeny v přílohách (Přílohy P XXIX – P XXXV).

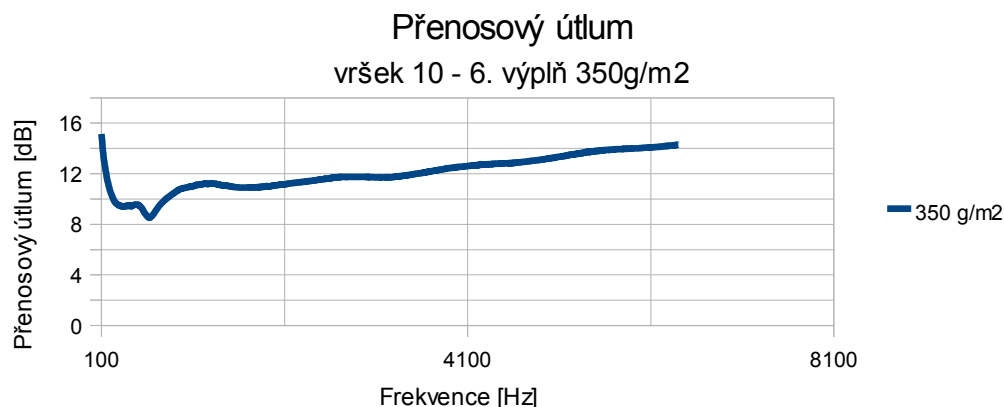
Pro vyhodnocení přenosového útlumu měřených materiálů byla uvažována frekvenční oblast 100 – 6400 Hz.

I přes méně úspěšné měření lze říci, že nejvyšších hodnot přenosového útlumu v celém frekvenčním spektru vykazují materiály s vrchním materiálem č.10 jsou to vzorky č.7 a č.5, pro vrchní materiál č.11 se měření nezdařilo. Lze tedy říci u těchto materiálů, že patří mezi velmi dobré materiály nepropustné zvuk.



Obr. 33 Frekvenční závislost přenosového útlumu.

Tento graf zobrazuje snížení přenosového útlumu z 15 dB na 10 dB při celkové frekvenci 200 Hz. Od 2100 Hz do frekvenčního maxima 6400 Hz je opět zvýšen přenosový útlum na 15 dB.



Obr. 34 Frekvenční závislost přenosového útlumu.

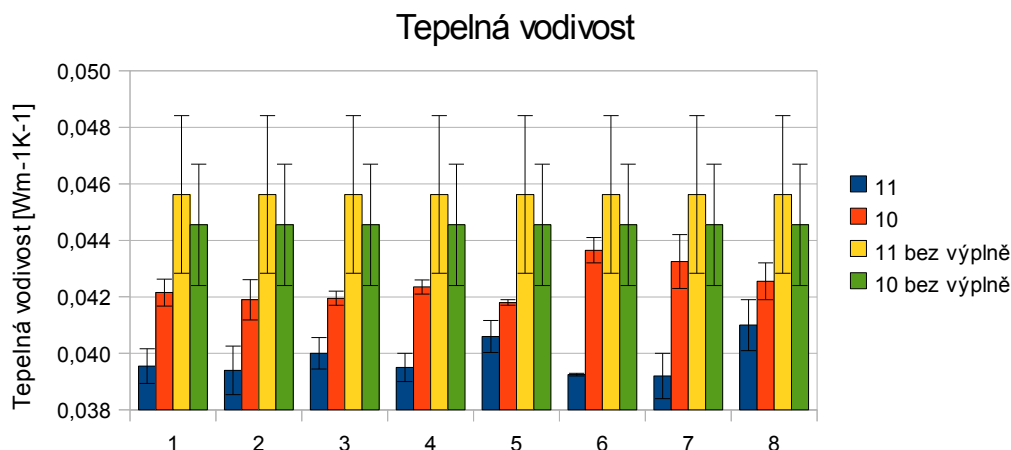
Grafy přenosového útlumu jsou si velice podobné. Všechny mají stejný průběh a vykazují podobné výsledky. Graf začíná prudce klesat z 15 dB na 9 dB za 200 Hz a od 200 Hz až do frekvenčního maxima 6400 Hz graf pozvolna roste.

Další podobné grafy porovnávající tloušťku materiálu, vrstvu materiálu a nebo vyražené body nalezneme v přílohách.

8.3 Měření a vyhodnocení měrné tepelné vodivosti vybraných textilních materiálů

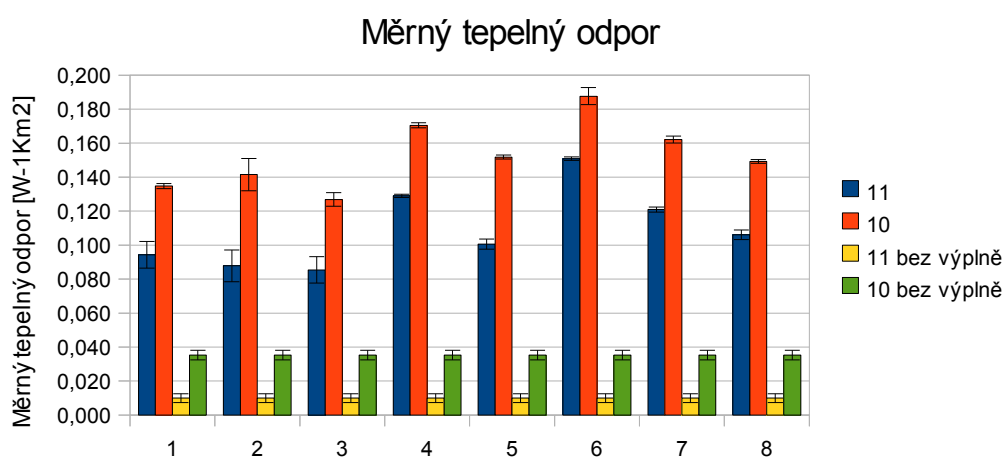
Byly naměřené hlavní veličiny jako tepelná vodivost, měrný tepelný odpor a tloušťka na přístroji, kde zjišťujeme tepelné vlastnosti materiálů. Toto je naměřeno při různých výplních a je to uvedeno v přílohách (Přílohy P XXXVI– P XXXVIII).

Můžeme říci, že na základě naměřených hodnot jsou nejlepšími materiály ve vrstvách u tepelné vodivosti, měrného tepelného odporu a tloušťce v podstatě stejné vzorky. U tepelné vodivosti se nejlépe jeví pro vrchní materiál č.10 vzorek č.6 a č.7 a pro vrchní materiál č.11 jsou to vzorky č.5 a č.8. U měrného tepelného odporu s vrchním materiálem č.10 vzorky č.3 a č.1. Podobné je to i u vrchního materiálu č.11. U tloušťky materiálu jsou výsledky stejné jako u tepelné vodivosti pro oba vrchní materiály. Lze tedy říci u těchto materiálů, že patří mezi velmi dobré materiály, které jsou tepelně vodivé, mají dobrý odpor tepla.



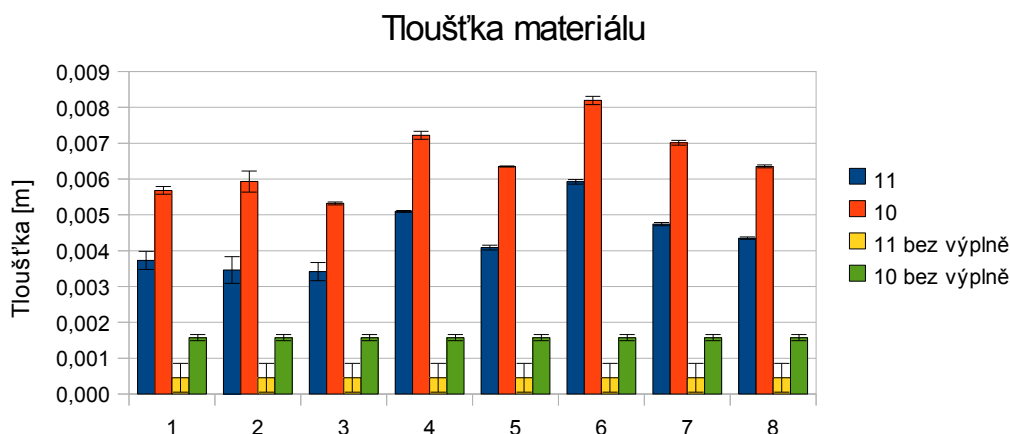
Obr. 35 Sloupcový graf tepelné vodivosti.

U těchto sloupcových grafů lze nejlépe sledovat nárůst grafu. Vzorky č.10 a č.11 tkaniny jsou beze změn a jejich nárůst je od 0,0445 do 0,0449 Wm-1K-1. Vzorek č.6 ve výplni s vrchním materiálem č.10 se jeví jako nejlepší tepelně vodivý materiál. Vzorek č.8 se jeví jako nejlepší tepelně vodivý materiál ve výplni s vrchním materiálem č.11.



Obr. 36 Sloupcový graf měrného tepelného odporu.

V grafu kde byl naměřen měrný tepelný odpor, se hodnoty posuzují opačně. Vzorky č.10 a č.11 tkaniny jsou beze změn a jejich hodnoty jsou u č.10 je 0,039 W-1Km2 a u vzorku č.11 je 0,015 W-1Km2. Nejlepší tepelný odpor vykazuje vzorek č.1 a č.3 s vrchním materiálem č.11. U vrchního materiálu č.10 je nejlepším materiálem vzorek č.3 a č.1.



Obr. 37 Sloupcový graf tloušťky materiálu.

V grafu kde byla naměřena tloušťka materiálu můžeme říci, že nejlepší materiál pro oba vrchní materiály jsou vzorky č.6 a č.4.

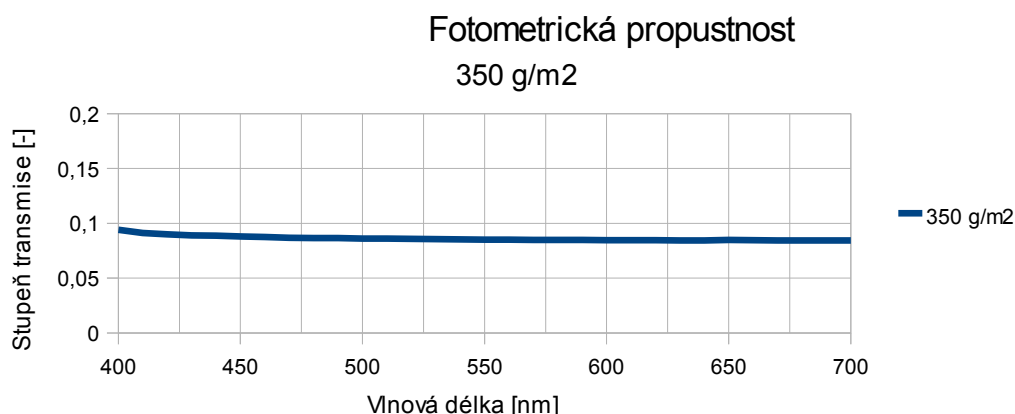
Další podobné grafy porovnávající tloušťku materiálu, barvu, vrstvu materiálu a nebo vyražené body nalezneme v přílohách.

8.4 Měření a vyhodnocení závislosti stupně transmise na vlnové délce vybraných textilních materiálů

Naměřené závislosti stupně transmise na vlnové délce při různých výplních jsou uvedeny v přílohách (Přílohy P XXXIX– P L).

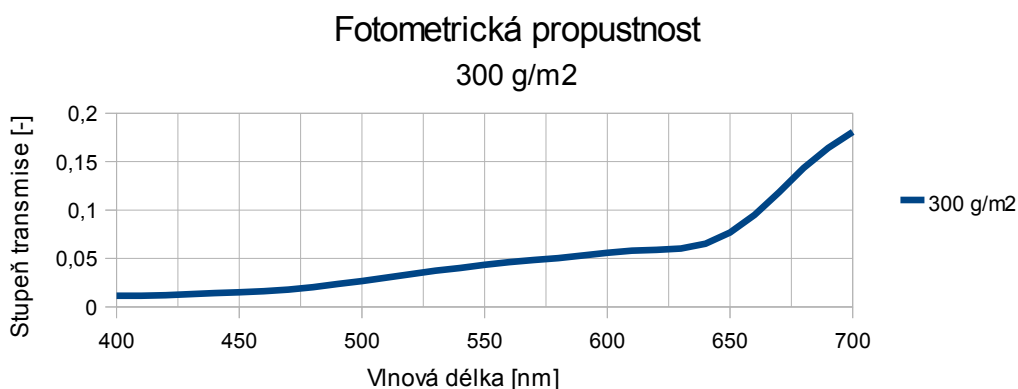
Pro vyhodnocení stupně transmise u měřených materiálů byla uvažována vlnová délka v rozmezí 400-700 nm a stupeň transmise od 0 do 0.2.

Toto měření také nebylo příliš úspěšné, ale povedlo se alespoň naměřit všechny vzorky i spodní a oba vrchní materiály, ale ne ve vrstvách. Vzorek s nejlepším výsledkem je materiál č.7. Vzorek č.2 vykazuje zajímavost, při měření je zvýšena vlnová délka mezi 500 a 650 nm o 4% a od 650 do 700 nm o 12% . U těchto materiálů lze říci, že patří mezi dobré materiály nepropustné světlo.



Obr. 38 Závislost stupně transmise na vlnové délce.

U grafu fotometrické propustnosti můžeme říci, že stupeň transmise, který je závislý na vlnové délce je velmi nízký, takže to znamená, že čím jsou hodnoty stupně transmise nižší, tím lepší a nepropustný materiál máme. Vzorky, které se pohybují okolo 0-2 jsou v podstatě materiály nepropustné světlo. Také lze říci, že tyto materiály jsou tmavé, proto lépe nepropustí světlo.



Obr. 39 Závislost stupně transmise na vlnové délce.

U tohoto grafu pozorujeme v průběhu celého grafu nárůst. Graf začíná růst od 450 nm a pozvolna roste o 0,05 stupně transmise a roste až do 640 nm. Od 640 nm začíná graf prudce stoupat až do maxima vlnové délky 700 nm a narostl o 1,5 stupně transmise.

Další podobné grafy porovnávající tloušťku materiálu, barvu, vrstvu materiálu a nebo vyražené body nalezneme v přílohách.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá závislostí činitele zvukové pohltivosti, přenosového útlumu, fotometrické propustnosti a tepelné vodivosti u vybraných textilních materiálů. Pro měření a vyhodnocení byly vybrány materiály, které byly vrstveny z netkané textilie a tkaniny.

V experimentální části je zpracován činitel zvukové pohltivosti.

Byla vyhodnocena závislost mezi činitelem akustické pohltivosti a tloušťkou vrstvy.

Na základě naměřených závislostí lze říci, že nejvyšších hodnot koeficientu akustické pohltivosti v celém frekvenčním spektru vykazují materiály s vrchním materiálem č.10, jsou to vzorky č.6 a č.4 a pro vrchní materiál č.11 jsou nejlepšími vzorky č.5, č.6 a č.4.

Další odstavec experimentální části patří přenosovému útlumu.

Na základě naměřených závislostí je jasné, že nejvyšších hodnot koeficientu neprozvučnosti v celém frekvenčním spektru vykazují materiály s vrchním materiálem č.10, jsou to vzorky č.7 a č.5, pro vrchní materiál č.11 se měření nezdařilo.

Třetí část experimentu je věnována tepelné vodivosti, tedy hlavně tepelné vlastnosti a měrné tepelné vodivosti. V experimentální části jsou naměřeny hodnoty. Nejlepší výsledky tepelné vodivosti vykazují vzorky s výplní i bez výplně. U tepelné vodivosti se nejlépe jeví pro vrchní materiál č.10 vzorek č.6 a č.7 a pro vrchní materiál č.11 jsou to vzorky č.8 a č.5. U plošného odporu naměřeného tepla s vrchním materiálem č.10 vzorky č.1, č.2 a č.3. Stejně je to i u vrchního materiálu č.11. U tloušťky materiálu jsou výsledky úplně stejné jako u tepelné vodivosti.

Závěr experimentální části se zabývá fotometrickou propustností. Na základě naměřených závislostí lze říci, že nejvyšších hodnot stupně transmise ve vlnové délce vykazují tkané materiály spodní a oba vrchní materiály. Vzorek z netkané textilie s nejlepším výsledkem je materiál č.7.

Lze tedy říci, že tyto materiály patří mezi velmi dobré izolační materiály.

Významným aspektem při aplikaci textilních materiálů je jejich dobrá zpracovatelnost, lehkost a v mnoha případech ekonomická dostupnost.

Nejlepším materiálem, který nejlépe splňuje všechny požadované a měřené vlastnosti je ve vrstvě s vrchním materiálem č.10 vzorek č.6 a č.7.

U vrchního materiálu č.11 můžeme říci, že nejlepší vrstvou jsou vzorky č.5 a č.6.

A nejlepších hodnot u měření samotných výplní vykazuje vzorek č.5, č.6 a č.7.

Tedy nejvhodnějším materiálem je vzorek č.6, který vykazuje velice dobré výsledky ve vrstvách a i samotně měřený. Tento materiál by byl tedy vhodný pro výrobu rolet, u kterých bychom požadovali nepropustnost světla, tepla a zvuku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] Svoboda E. a kolektiv: *Přehled středoškolské fyziky*, Prometheus, Praha 1996
- [2] Kolmer F. - Kyncl J.: *Prostorová akustika*, SNTL/ALFA, 1980
- [3] Zwicker C., Kosten C.W.: *Sound absorbing material*. Elsevier Pub. Co., Oxford 1949
- [4] Delany M. E., Bazley E.N.: Acoustical properties of fibrous materials. *Applied Acoustics*, Volume 3, Issue 2, April 1970, Pages 105-116.
- [5] Attenborough K.: *The influence of microstructure on propagation in porous fibrous absorbents*. Journal of Sound and Vibration, Volume 16, Issue 3, June 1971, Pages 419-442.
- [6] Sides D., Attenborough K., Mulholland K.A.: Aplocation of a generalized acoustic propagation Tudory to fibrous absorbents. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 19, Issue 1, November 1971, Pages 49-64.
- [7] TAHIR, M.A., TAFRESHI, H: Modeling the role of microstructural parameters in radiative heat transfer through disordered fibrous media, 11 December 2009,
- [8] BEHNAM POURDEYHIMI, B., HOOMAN, T.: An Investigation of Radiative Heat Transfer in Fibrous Thin Sheets, 27-May-2009
- [9] VAN HIMBERGEN, T. J.; KOLE, R. S.; SOERENS, D. A.; FELL, D. A.; *Translucent absorbent composites and articles*, 2007-04-26
- [10] KUTZENDORFER, J., MÁŠA, Z: *Žárovzdorné tepelně izolační materiály*, Informatorium, 1991

Internetové odkazy:

- [11] Babuke G., Eckoldt D., Fuchs H.: Anechoic room for the entire auditory range, [online], [cit. 2011-04-06]. Dostupné na:
<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser>
- [12] Wikipedia: Frekvence, [online], [cit. 2011-12-13]. Dostupné na:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvuk>
- [13] Identification and characterisation of materials by broadband ultrasonic

- attenuation analysis, Hull J., Langton C., Barker S., [online],
[cit. 2011-12-13]. Dostupné z WWW:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013696851004>
- [14] BP akustika – Berka P., [online], [cit. 2011-04-20]. Dostupné z WWW:
<http://www.bpakustika.cz/nepruzvucnost.html>
- [15] Nonwovens Information on GlobalSpec, [online], [cit. 2011-06-15]
Dostupné z WWW:
http://www.globalspec.com/LearnMore/Materials_Chemicals_Adhesives/Composites_Textiles_Reinforcements/Nonwovens
- [16] Zvukové vlnění, Nováková, Sýkorová, Vacíková, [online],
[cit. 2011-12-13]. Dostupné z WWW:
<http://www.gbl.cz/seminarky/zvukove-vlny/index.htm>
- [17] Rolrols, [online], [cit. 2011-06-15]. Dostupné z WWW:
<http://www.rolrols.cz/latkove-rolety>
- [18] Powell N.: Acoustic Properties of Biodegradable Nonwovens, [online],
[cit. 2011-06-15]. Dostupné na:
<http://repository.lib.ncsu.edu/ir/handle/1840.16/3248>
- [19] Jones M.: Acoustical Absorptive Properties of Nonwovens, [online],
[cit. 2011-04-06]. Dostupné na:
<http://repository.lib.ncsu.edu/ir/handle/1840.16/626>
- [20] Honda G., Nihon T.: Automotive sound-proof materials and damping materials therefor, [online], [cit. 2011-04-20]. Dostupné na:
<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser>
- [21] Naofumi I., Masayuki M., Katsuyuki N.: Sound proof materiál for airconditoner, [online], [cit. 2011-04-06]. Dostupné na:
<http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio>
- [22] Světelná mikroskopie, [online], [cit. 2011-04-20]. Dostupné na:
<http://web.natur.cuni.cz/~parazit/parpages/mikroskopickatechnika/svetelnamikroskopie.htm>
- [23] Ars Ústí spol. s.r.o., [online], [cit. 2011-06-15]. Dostupné z WWW:
<http://www.ars-usti.cz/sekce/rolety-S2.html#predokenni>
- [24] Express textile, [online], [cit. 2010-12-13]. Dostupné z WWW:

- <http://www.expresstextile.com/20020613/product1.shtml>
- [25] Wikipedia: Netkané textilie, [online], [cit. 2011-04-06]. Dostupné na:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Netkané_textilie
- [26] Wikipedia: Tkanina, [online], [cit. 2011-04-06]. Dostupné na:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tkanina>
- [27] Akustická pohltivost materiálů, [online], [cit. 2011-04-06].
Dostupné z WWW:
<http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12241-BOZEK/publikace/2004/KOKA-04-Akusticka%20pohltivost-No-Ka.pdf>
- [28] Měření tepelných vlastností, [online], [cit. 2011-04-20].
Dostupné z WWW: <http://www.ft.vslib.cz>
- [29] Textile science research centre, [online], [cit. 2011-12-13].
Dostupné z WWW:
http://www.ts-rc.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=102%3Asf600&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=en
- [30] TZB info, úspory energií, [online], [cit. 2011-12-19]. Dostupné z WWW:
<http://www.tzb-info.cz/5583-isocal-vypocetni-program-pro-navrh-technickych-izolaci>
- [31] Měření akustické pohltivosti, [online], [cit. 2011-12-19]. Dostupné z WWW: <http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12241-BOZEK/publikace/2004/DIAGO-Mereni%20akusticke%20pohltivosti-No-Ka.pdf>
- [32] Měření přenosového útlumu materiálů, [online], [cit. 2011-12-19].
Dostupné na: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_lab_03.pdf
- [33] Netkané textile, Jirsák O., [online], [cit. 2011-12-19]. Dostupné z WWW:
<http://www.ft.tul.cz/depart/knt/nove/dokumenty/studmaterialy/nte/tisk.pdf>
- [34] Impact sound insulation and viscoelastic properties of underlay manufactured from recycled carpet waste, [online], [cit. 2011-12-19].
Dostupné z WWW: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X04001781>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Způsob šíření zvuku a) vzduchem, b) kmitáním a</i>	
<i>c) konstrukcí vedlejšími cestami.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 2 Závislost měrné tepelné vodivosti λ na objemové hmotnosti ρ_v</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 3 Pružinová roleta.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 4 Roleta s řetízovým ovládáním.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 5 Skládaná roleta.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 6 Římská roleta.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 7 a), b), c) Stínící materiály.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 8 Zastiňovací roleta.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 9 Zatamňující roleta.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 10 Roleta potažená teflonovou impregnací.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 11 Žaluzie opatřená impregnací.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 12 Žaluzie bez impregnace.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 13 a), b), c) Stínící rolety.....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 14 Římské rolety.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 15 Japonské posuvné stěny.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 16 Impedanční trubice.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 17 Přístroj Alambeta.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 18 Přístroj Datacolor.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 19 Vzorek č. 1 – netkaná textilie.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 20 Vzorek č. 2 – netkaná textilie.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 21 Vzorek č. 3 – netkané textilie.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 22 Vzorek č. 4 – netkaná textilie.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 23 Vzorek č. 5 – netkaná textilie.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 24 Vzorek č. 6 – netkaná textilie.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 25 Vzorek č. 7 – netkaná textilie.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 26 Vzorek č. 8 – netkaná textilie.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 27 Vzorek č. 9 – tkanina.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 28 Vzorek č. 10 rub – tkanina.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 29 Vzorek č. 10 líc – tkanina.....</i>	<i>45</i>

<i>Obr. 30 Vzorek č. 11 – tkanina.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 31 Závislost činitele zvukové pohltivosti na frekvenci.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 32 Závislost činitele zvukové pohltivosti na frekvenci.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 33 Frekvenční závislost přenosového útlumu.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 34 Frekvenční závislost přenosového útlumu.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 35 Sloupcový graf tepelné vodivosti.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 36 Sloupcový graf měrného tepelného odporu.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 37 Sloupcový graf tloušťky materiálů.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 38 Závislost stupně trasmise na vlnové délce.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 39 Závislost stupně trasmise na vlnové délce.....</i>	<i>51</i>

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P II: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P III: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P IV: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P V: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P VI: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P VII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P VIII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním materiálem a samotná tkanina
- Příloha P IX: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P X: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XI: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XIII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XIV: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XV: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva

- Příloha P XVI: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XVII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XVIII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XIX: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XX: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XXI: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XXII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XXIII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XXIV: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XXV: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro materiál netkaná textilie s vrchním a spodním materiálem – vrstva
- Příloha P XXVI: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro dva samotné vrchní materiály – tkanina
- Příloha P XXVII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro vrchní materiál tkanina a všech 8 netkaných textilií ve vrstvě také s tímto vrchním materiálem
- Příloha P XXVIII: Grafická závislost koeficientu zvukové pohltivosti na frekvenci pro vrchní materiál tkanina a všech 8 netkaných textilií ve vrstvě také s tímto vrchním materiálem
- Příloha P XXIX: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro všechny vrstvené netkané textilie
- Příloha P XXX: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro vrstvu – spodní materiál, výplň a vrchní materiál

- Příloha P XXXI: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro vrstvu –
spodní materiál, výplň a vrchní materiál
- Příloha P XXXII: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro vrstvu –
spodní materiál, výplň a vrchní materiál
- Příloha P XXXIII: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro vrstvu –
spodní materiál, výplň a vrchní materiál
- Příloha P XXXIV: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro vrstvu – s
podní materiál, výplň a vrchní materiál
- Příloha P XXXV: Grafická závislost přenosového útlumu na frekvenci pro vrstvu –
spodní materiál, výplň a vrchní materiál
- Příloha P XXXVI: Grafická závislost tepelné vodivosti pro všechny vrstvené materiály
z netkané textilie a pro oba vrchní materiály – tkanina
- Příloha P XXXVII: Grafická závislost plošného odporu tepla pro všechny vrstvené
materiály z netkané textilie a pro oba vrchní materiály – tkanina
- Příloha P XXXVIII: Grafická závislost tloušťky materiálu pro všechny vrstvené
materiály z netkané textilie a pro dva vrchní materiály – tkanina
- Příloha P XXXIX: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro každý
materiál bez vrstvy z netkané textilie + spodní a oba vrchní materiály –
tkanina
- Příloha P XL: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie
- Příloha P XLI: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie
- Příloha P XLII: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie
- Příloha P XLIII: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie
- Příloha P XLIV: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie
- Příloha P XLV: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie
- Příloha P XLVI: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý

materiál bez vrstvy z netkané textilie

Příloha P XLVII: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál bez vrstvy z netkané textilie

Příloha P XLVIII: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál tkanina – spodní materiál

Příloha P XLIX: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý
materiál tkanina – vrchní materiál

Příloha P L: Grafická závislost stupně transmise na vlnové délce pro jednotlivý materiál
tkanina – vrchní materiál